
EXPERIENCIAS REALIZADAS EN EL LEMIT SOBRE HIDROFUGOS
NACIONALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS.
COMPORTAMIENTO EN SERVICIO MEDIANTE ENSAYOS DE LARGA
DURACION (1a. parte)

Ing. José F. Colina
Ing. Marcelo Wainsztein
Arq. Héctor Grandal

INTRODUCCION

Construir capas aisladoras horizontales y verticales con un mortero rico en cemento portland y la adición de un producto que aumente su impermeabilidad, es la manera corriente de evitar el pasaje de humedad a través de los muros.

Con esta finalidad se utiliza un conjunto de productos comerciales de distintas composiciones y características que reciben el nombre genérico de "Hidrófugos".

A pesar de su empleo bastante difundido, la mayoría de ellos no son suficientemente conocidos en cuanto a sus propiedades en general ni, en particular, en cuanto a la acción impermeabilizante que cabe esperarse. Esta circunstancia se puso de manifiesto al estudiar, en la comisión correspondiente de IRAM la norma 1572, que en su primera redacción no incluía una serie de determinaciones que luego se consideraron imprescindibles y fueron incorporadas en la revisión efectuada en 1964.

Sumando a esto la circunstancia observado con frecuencia de que las capas aisladoras, al cabo de un cierto tiempo de construídas comenzaban a perder su acción protectora, hizo pensar en el LEMIT en la conveniencia de efectuar un estudio comparativo de las marcas más conocidas, para valorar sus características, la forma como las mantenían en el tiempo, bajo variadas condiciones de exposición, y la correlación entre los valores especificados en la norma IRAM citada con el comportamiento en servicio de estos materiales. Además este estudio sistemático podría aportar información complementaria útil para una futura nueva revisión de la norma correspondiente.

CLASIFICACION DE LOS HIDROFUGOS

Duriez y Arrambide (1) en Nuevo Tratado de Materiales de Construcción, distinguen dos clases de hidrófugos: los de superficie y los de masa. Los primeros se aplican sobre las superficies que se quieren impermeabilizar, utili -

zándose como tales a las siliconas, las pinturas bituminosas y ciertos silicatos y fluosilicatos. Recientemente, también han aparecido en plaza otros productos a base de resinas vínicas o poliestirenos.

De acuerdo a lo expresado por el Licenciado Herre-
ro Núñez (2) en su Monografía "Anticongelantes e hidrófugos", los hidrófugos de superficie deben ser adherentes y ligeramente penetrantes en los capilares de la superficie a revestir, resistentes a la acción química de las aguas con las que estén en contacto, poseer una resistencia suficiente a la abrasión y no atacar químicamente a los constituyentes del hormigón ni ser atacados por ellos.

Como intermedio entre los hidrófugos de superficie y de masa se pueden considerar a los hidrófugos penetrantes, que se introducen por capilaridad en la masa del mortero u hormigón, sobre el que se aplican después del fraguado y endurecimiento. Entre estos hidrófugos se puede mencionar por su importancia el silicato de potasio en solución que, en contacto con la cal liberada por el cemento portland al hidratarse, forma un silicato de cal insoluble.

Los hidrófugos de masa son productos que se incorporan a la pasta de cemento, al mortero o al hormigón para incrementar su compacidad.

Pero, apunta el autor nombrado anteriormente (2), la utilización de un hidrófugo de masa para obtener la impermeabilización de una superficie es un poco aleatoria, ya que no se puede asegurar, independientemente de la calidad del producto, la impermeabilización de una zona que tenga una fisura o la de un mortero u hormigón realizado con un árido de mala granulometría. En otros términos, es primordial para obtener una buena impermeabilidad, el lograr la mayor compacidad con una cuidada dosificación y ejecución de la capa aisladora. Esto también lo puntualiza el Instituto Norteamericano del Hormigón (ACI) (4) que en un informe sobre aditivos expresa la opinión de que un hormigón hecho cuidadosamente, sin el uso de adiciones, será de por sí impermeable.

En cuanto a los hidrófugos de masa hay que agregar que son efectivos en reducir la velocidad de pasaje de la humedad a través de los capilares, y, en muchos casos,

impiden tal movimiento, pero no protegen contra las presiones de agua. Respecto a esto último, cabe acotar que en 6 muestras de hidrófugos de masa comerciales que fueron ensayados en este Laboratorio, a medida que se aumentaba la presión sobre el mortero en el permeámetro, el volumen de agua que pasaba aumentó notablemente con respecto al mortero sin aditivo.

Las propiedades deseables para un hidrófugo de masa serían, además del aumento de la impermeabilidad del mortero a que se adiciona, que no se altere en el tiempo, no afecte las resistencias mecánicas, ni provoque corrosión en las armaduras.

Entre las adiciones empleadas como hidrófugos, podemos mencionar a los jabones o sales de los ácidos grasos. Comunmente se utilizan los estearatos y oleatos de calcio o amonio.

Según Herrero Núñez en las preparaciones comerciales, el contenido de jabón es corrientemente el 20 % o menos, y el resto del material es cal o cloruro cálcico.

Cita también la existencia de otros productos en polvo, pasta o líquido formados por distintas combinaciones, tales como:

- a) sulfato bórico, silicatos de calcio y magnesio y ácidos grasos.
- b) sílice coloidal y un fluosilicato.
- c) sílice finamente molida y naftaleno.
- d) gelatina de petróleo y caliza.
- e) materiales celulósicos y cera en una solución cúprica amoniacal.
- f) sílice, cal y alúmina.

Las experiencias cuyos resultados exponremos a continuación fueron realizadas solamente sobre hidrófugos de masa, comerciales, cuyas muestras fueron adquiridas en plaza o, en algunos casos, facilitadas por sus fabricantes.

Determina las características y métodos de ensayo de los hidrófugos destinados a usos generales en construcciones, para ser empleados donde no soporten presiones hidráulicas mayores de $0,5 \text{ Kg/cm}^2$.

En ella se define como "hidrófugo" al material destinado a conferir al mortero realizado con cemento portland y arena, propiedades tales que reduzcan su absorción de agua..

Los requisitos exigidos son los que se indican en el Cuadro N° 1.

El método para valorar la absorción de agua, consiste en preparar un mortero normal con y sin hidrófugo; moldear probetas y efectuar dos ensayos de absorción de agua, uno por capilaridad y otro por inmersión, determinándose en el primero los pesos de las probetas antes y después del ensayo y las alturas alcanzadas por el agua y, en el segundo, los pesos de las probetas antes y después del ensayo.

Con estos datos se determinan los siguientes coeficientes: K_1 que es función de los porcentajes de agua absorbidos por capilaridad, K_2 que es función de las alturas alcanzadas por el agua en el ensayo de capilaridad y K_3 que se calcula en base a los porcentajes de agua absorbidos por inmersión. La suma de esos tres coeficientes da el coeficiente k .

Las probetas que se emplean son prismáticas de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$. moldeadas con mortero normal compuesto de 1 parte de cemento portland normal y 3 partes de arena normal en peso, y de una determinada consistencia medida en la mesa de escurriamiento (flow-table).

Después de moldeadas las probetas se dejan 24 horas en cámara de temperatura y humedad constantes ($20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ y HR: 95 %), se desmoldan y conservan durante 6 días más en las mismas condiciones.

Luego se cepillan las caras con cepillo de cerda

y se dejan en ambiente de laboratorio hasta alcanzar peso constante.

Por último, sobre las que se determinará absorción por capilaridad se sumergen en agua solamente 5 cm. y las demás se introducen en agua en recipientes tapados. Al cabo de 48 horas todas las probetas se pesan, midiéndose a demás la altura a la que llegó la ascensión capilar en las probetas respectivas. Con esos datos se calcula k.

El tiempo de fraguado se determina con el aparato de Vicat, de acuerdo con la norma IRAM 1619, comparativamente entre probetas con y sin hidrófugo.

En cuanto a las resistencias a la flexión y a la compresión se determinan también comparativamente, siguiendo la técnica de la norma IRAM 1622.

Como se dijo anteriormente entre los objetivos propuestos al efectuar este trabajo estaba la obtención de datos que pudieran servir como un aporte en oportunidad de futuras revisiones de la norma que comentamos. Para ello, además, de los ensayos realizados siguiendo las técnicas normalizadas cuyos resultados analizaremos después, se introdujeron algunas variantes en los métodos de trabajo que permitieron obtener las conclusiones siguientes:

- a) Se varió el tiempo de inmersión en agua para la valoración de la absorción por capilaridad y por inmersión to tal entre 24 horas y 15 días. Los resultados mostraron que 24 horas eran insuficientes para llegar a una saturación total, y que después de las 48 horas no había prácticamente variación del peso de las probetas patrón. En consecuencia el tiempo normalizado de 48 horas se considera suficiente para lograr resultados comparativos.
- b) El mortero para preparar las probetas destinadas a evaluar la absorción se prepara, en proporciones 1:3, en peso, con arena normal cuyas características están defi nidas en la norma IRAM 1633. Como es sabido, esta arena tiene una composición granulométrica ideal que asegura al mortero una gran compacidad, por lo tanto la acción impermeabilizante del aditivo se hace muy poco aprecia-

ble. Las diferencias de calidad de los hidrófugos ensayados surgen más claramente cuando el mortero se prepara con una arena de granos de tamaño uniforme que hace máximo su contenido de vacíos. Se hace notar que en los ensayos previos a la aprobación de la norma se había sustentado este criterio que fue posteriormente modificado en la Comisión. A nuestro juicio sería conveniente volver a él con una arena monogranular.

- c) El amasado del mortero, según la norma 1572, se hace en forma manual. Entendemos que podría reemplazarse por un mezclador mecánico similar al especificado en la norma IRAM 1622, para los morteros destinados a los ensayos de flexión y compresión. Los resultados obtenidos en los ensayos efectuados amasando de esta manera fueron satisfactorios, pero su escaso número hasta el momento no nos permite informar, en esta oportunidad, si con ello se logra una mejor reproducibilidad de valores que en el mezclado manual. Esta modificación de la norma vigente sería también interesante para valorar mejor la acción de aquellos hidrófugos que complementariamente son incorporadores de aire.
- d) La compactación del mortero tiene fundamental importancia para comparar la acción impermeabilizante del hidrófugo, por lo tanto entendemos que reemplazar la compactación manual establecida en la norma por una compactación mecánica adecuada, permitiría una mejor reproducibilidad de resultados, al eliminar la influencia del operador que efectúa el trabajo.

Para tener una idea de la influencia personal del operador, sobre los resultados de los ensayos, se hicieron moldear probetas con los mismos materiales, en días distintos y por operadores distintos, siempre dentro del personal del LEMIT, entrenado en estas tareas. Las diferencias observadas se redujeron al usar el amasado y la compactación mecánica que sugerimos.

- e) En el cálculo del coeficiente K de absorción de agua, interviene en forma muy preponderante la medida de la altura de la ascensión capilar sin valorar si esa absorción es superficial o se produce en toda el área de la sección. Además al realizarse solamente por las caras que da condicionada a características circunstanciales de las mismas.

(textura, etc.) y su medición no refleja o distorsiona lo que ocurre en la masa interior de la probeta. Por ejem plo no se han encontrado variaciones en los valores si se cepillan las superficies con cepillo de cerda o cepillo de acero.

También hacemos notar que las probetas patrones se saturan en la misma forma por capilaridad que por inmer - sión, ocurriendo a veces que el peso final de las prime - ras es mayor que el de las últimas. Esto podría atribuir - se a que absorben el agua más fácilmente por estar facili tada la salida del aire de los capilares interiores del mortero.

Todo esto sugiere la conveniencia de estudiar algu na modificación al método de medición de la absorción de agua por capilaridad y de la ascensión capilar para tener en cuenta estas circunstancias.

- f) Finalmente, queremos mencionar que la norma IRAM 1572 fi - ja una diferencia máxima de más-menos 10 minutos en los tiempos de fraguado de las probetas patrón con respecto a las que contienen el hidrófugo. Este tiempo es demasiado pequeño y está dentro de las dispersiones que cabe espe - rar en el ensayo, por lo tanto se considera conveniente ampliarlo. A título informativo recordemos que en el ca so de quererse valorar la influencia de las característi - cas del agua de mezclado sobre el tiempo de fraguado el Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormi - gón admite una diferencia del 25 % y que la norma IRAM 1601 para el mismo caso acepta el 10 %.

ENSAYOS REALIZADOS

Se ensayaron de acuerdo a la norma IRAM 1572, 49 muestras de hidrófugos de 14 marcas, de las principales exis tentes en plaza. Además se realizó el análisis químico de 34 de ellas.

De las 14 marcas, solamente dos presentan el mate - rial en polvo, las restantes lo hacen en forma de una pasta

fluída.

Las proporciones de hidrófugo incorporadas a los morteros fueron en todos los casos las indicadas por sus fabricantes.

Corresponde hacer notar que en lo relativo a envases, rotulación e instrucciones no se pueden formular observaciones en general, por cuanto, todos los productos vienen identificados en forma correcta, pero sí cabe señalar que algunos industriales aconsejan utilizar morteros muy ricos en cemento portland lo que hace pensar en que la mayor acción impermeabilizante puede atribuirse a esta circunstancia más que al producto adicionado.

En la fig. 1 están graficados los valores del coeficiente K de todas las muestras estudiadas y que aparecen sobre el eje horizontal identificadas con una letra para cada marca. Puede apreciarse que para algunas marcas se han indicado varios puntos que corresponden a otras tantas muestras ensayadas. En el mismo gráfico, por su importancia y su relación con la acción impermeabilizante del producto, se han representado los contenidos de ácidos grasos expresados en %, de cada una de las muestras analizadas químicamente. Resalta en el gráfico que buena parte de las muestras ensayadas (55 %) no alcanzan el valor mínimo especificado para el coeficiente K, y que de acuerdo al contenido de ácidos grasos existen dos grupos bien diferenciados: los que tienen menos del 2% y los que están entre 4 y 10 %, siendo en general el valor de K mayor para los productos que contienen más ácidos grasos.

Para apreciar si las muestras mantenían en el tiempo sus propiedades impermeabilizantes junto con las probetas destinadas a los ensayos de norma se moldearon otras que se sometieron a diversas condiciones de exposición. Unas se dejaron a la intemperie en la terraza del LEMIT y otras se enterraron en terreno natural, descubierto, a unos 40 cm. de la superficie.

En esta oportunidad presentaremos los resultados de los ensayos sobre 17 muestras de 10 marcas distintas efectuados sobre probetas que permanecieron enterradas durante 1 año. Estos ensayos serán completados con determina

ciones periódicas sobre las probetas expuestas a las dos condiciones mencionadas y hasta, aproximadamente, una edad de 4 años. En la figura 1 se han graficado los valores del

En la figura 2 se han graficado los valores del coeficiente K determinados al cabo del año y los correspondientes contenidos de ácidos grasos.

Se observa ahora, con respecto a la figura 1, que 14 de las muestras tienen menores coeficientes de absorción y que algunas ya no alcanzan el valor mínimo de 1,7 que originariamente satisfacían. Se destaca que en general las reducciones más notables se han producido en los productos que tenían mayores contenidos de ácidos grasos. En cambio las tres muestras en que aumentó el valor de K eran aquellas que no contenían ácidos grasos.

La disminución antedicha de K se debe a que las probetas sin hidrófugo disminuyen notablemente la absorción, mientras las que contienen hidrófugos mantienen la cantidad de agua absorbida en relación a la inicial, y en algunos casos aumenta. En las tres muestras que aumentan sus propiedades impermeables se observa también una disminución de la absorción.

CONCEPTOS FINALES

Los resultados disponibles hasta el momento nos permiten sugerir, provisoriamente, las siguientes conclusiones:

Con respecto a la norma:

- a) Se aconseja normalizar una arena monogranular para poder observar con mayor intensidad el efecto del hidrófugo.
- b) El mezclado y la compactación deben hacerse mecánicamente para obtener mayor reproductibilidad de resultados.
- c) Es conveniente aumentar la variación permitida del tiempo de fraguado, expresándola en % de la muestra sin adición.

En cuanto al producto:

- a) Un gran porcentaje de hidrófugos comerciales no cumplen los requisitos de la norma IRAM correspondiente.
- b) Las propiedades de los hidrófugos, aún de los que cumplen la especificación, disminuyen notablemente, bajo condiciones severas de exposición a 1 año de edad, principalmente los que contienen altos porcentajes de ácidos grasos.

En consecuencia se sugiere a la industria estudie las posibilidad de fabricar hidrófugos en base a composiciones que aseguren la constancia de sus características en el tiempo.

NORMA I R A M 1572

HIDROFUGOS
PARA USOS GENERALES

CARACTERISTICAS	REQUISITOS
Absorción de agua, (coeficiente K), mínimo	1,7
Variación del tiempo de fraguado con respecto a un mortero sin el hidrófugo, en minutos	±10
Disminución máxima de la resistencia a la compresión y a la flexión, con respecto a un mortero sin el hidrófugo, en %	15

FIGURA 1

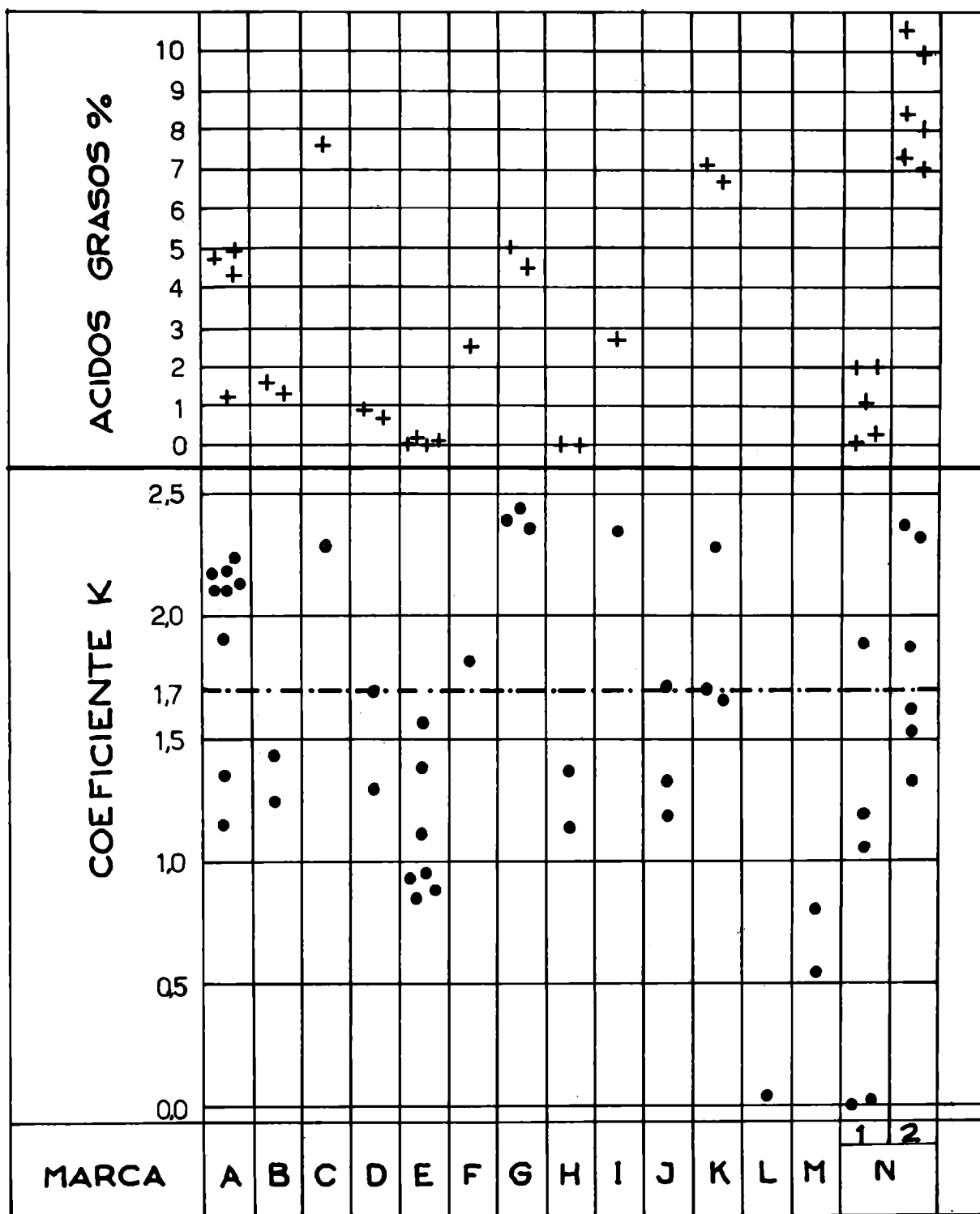
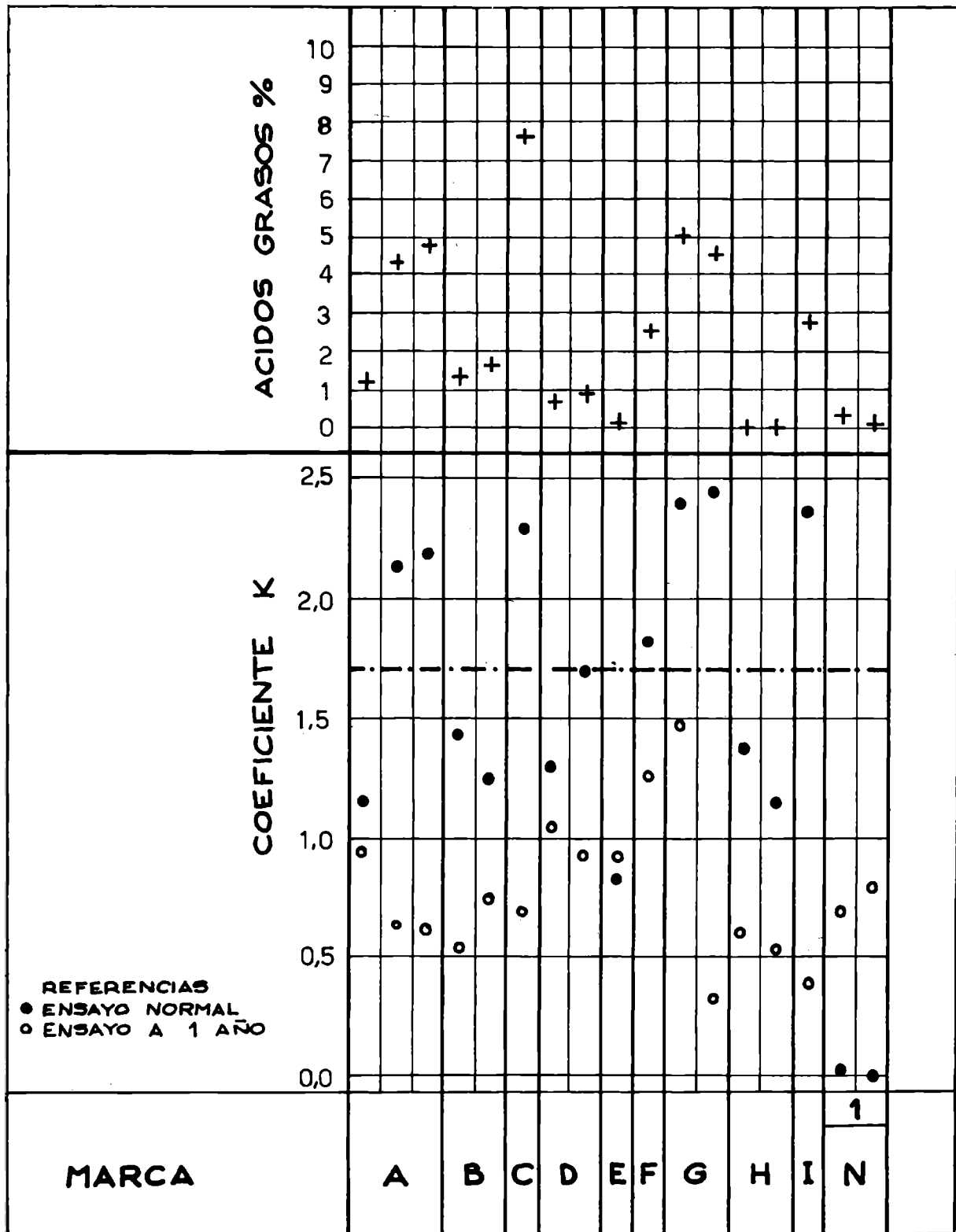


FIGURA 2



BIBLIOGRAFIA

- 1.- Duriez y Arrambide.
Nuevo Tratado de Materiales de Construcción.
- 2.- Ldo. E. Herrero Núñez.
Anticongelante e Hidrófugos.
Monografía N° 261 del Instituto Eduardo Torroja de la
Construcción y del Cemento. Madrid.
- 3.- Norma IRAM 1572 - Hidrófugos para usos generales (Agos-
to 1964).
- 4.- American Concrete Institute (ACI) Comité 212.
Report on Admixtures for Concrete Journal, ACI Proceed-
ing, V. 60, N° 11, Nov. 1963.